

## Accumulation-type fuel injector

**Patent number:** DE3516870

**Publication date:** 1986-04-10

**Inventor:**

**Applicant:** KANESAKA GIJUTSU KENKYUSHO KK (JP); USUI  
KOKUSAI SANGYO KK (JP)

**Classification:**

- **International:** F02M47/02

- **European:** F02M47/02

**Application number:** DE19853516870 19850510

**Priority number(s):** JP19840209855 19841008

**Also published as:**



US4674688 (A1)

JP61087963 (A)

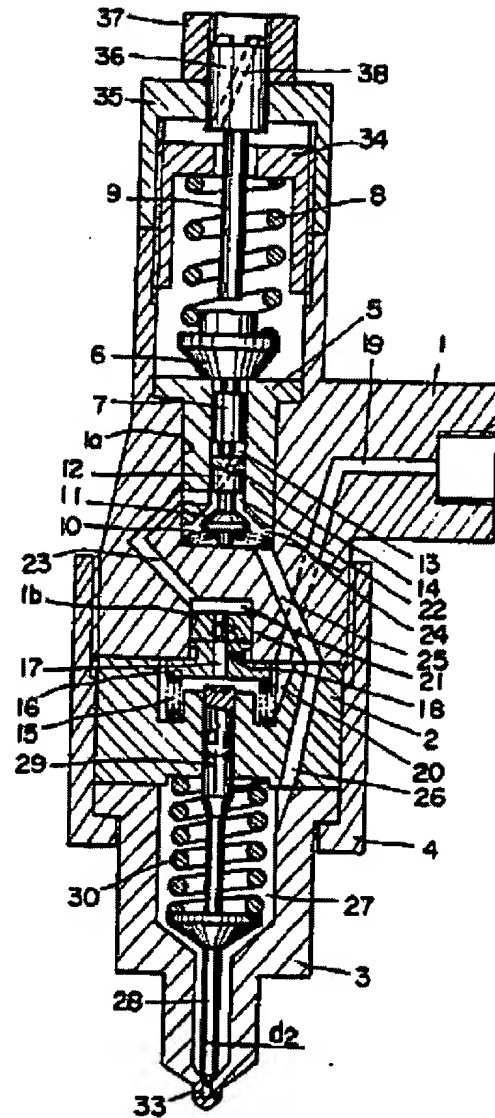
GB2165304 (A)

FR2571438 (A1)

Abstract not available for DE3516870

Abstract of corresponding document: **US4674688**

An accumulation type fuel injector is provided with an injector body and a needle valve guide having its one end fixed to the injector body. A nozzle body is fixed to the other end of the needle valve guide. The nozzle body is formed with an injection port and with an accumulation chamber. A needle valve is disposed in the accumulation chamber and is guided by the needle valve guide. A valve member is fitted in the injector body, and a check valve is guided by the valve member. A high-pressure fuel supply conduit is in communication with the accumulation chamber such that the needle valve opens when pressure in the fuel conduit is reduced. A controller guided by the valve member opens the check valve at the end of the fuel injection and a control piston guided by the injector body closes the needle valve.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 35 16 870.6  
22 Anmeldetag: 10. 5. 85  
43 Offenlegungstag: 10. 4. 86

Behördeneigentum

DE 35 16870 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
08.10.84 JP 209855/59

71 Anmelder:  
Usui Kokusai Sangyo K.K., Shizuoka, JP; Kabushiki  
Kaisha Kanesaka Gijutsu Kenkyusho, Kawasaki,  
Kanagawa, JP

74 Vertreter:  
Fuchs, J., Dr.-Ing. Dipl.-Ing. B.Com., Pat.-Anw., 6200  
Wiesbaden

72 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Brennstoffeinspritzvorrichtung vom Akkumulatortyp

Die Erfindung betrifft eine Brennstoffeinspritzvorrichtung mit einem Einspritzkörper, einer Nadelventilführung, die mit einem Ende am Einspritzkörper befestigt ist und deren anderes Ende mit einem Ende eines Düsenkörpers verbunden ist, dessen anderes Ende eine Einspritzöffnung aufweist, mit in dem Düsenkörper befindlicher Akkumulatorkammer, ein in der Akkumulatorkammer angeordnetes und in der Nadelventilführung geführtes Nadelventil sowie ein vom Ventiltail geführtes Rückschlagventil. Es ist eine Hochdruckbrennstoffleitung vorgesehen, die eine Verbindung zwischen der Brennstoffeinspritzpumpe und der Akkumulatorkammer durch das Rückschlagventil bildet, so daß das Nadelventil geöffnet werden kann, um Brennstoff hohen Drucks einzuspritzen, sobald der Druck in der Hochdruckbrennstoffleitung reduziert ist. Die Brennstoffeinspritzvorrichtung weist ferner einen durch das Ventiltail geführten Regler zum Öffnen des Rückschlagventils am Ende der Brennstoffeinspritzung, einen im Einspritzkörper geführten Steuerkolben zum Schließen des Nadelventils, der in der Brennstoffleitung zwischen dem Rückschlagventil und der Hochdruckbrennstoffleitung angeordnet ist sowie eine im Steuerkolben angeordnete Leitung, die eine Verbindung zwischen der Akkumulatorkammer und der Hochdruckbrennstoffleitung darstellt und die dazu geeignet ist, nur dann geschlossen zu werden, wenn das Nadelventil geschlossen ist, auf.

DE 35 16870 A 1

Dipl.-Ing. H. G. Götz Dr.-Ing. I. H. Fuchs  
Patentanwälte  
Sonnenberger Straße 100  
6200 Wiesbaden

U 75  
8. Mai 1985  
Qe/Ra.

Usui Kokusai Sangyo Kabushiki Kaisha und  
Kabushiki Kaisha Kanesaka Gijutsu Kenkyusho

---

Brennstoffeinspritzvorrichtung vom Akkumulatortyp

---

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzvorrichtung des Akkumulatortyps, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Nadelventil zum Öffnen und Schließen einer Einspritzöffnung, die in Verbindung mit einer Akkumulatorkammer steht, eine Brennstoffzuführleitung, durch die Brennstoff unter Druck über ein Rückschlagventil der Akkumulatorkammer zugeführt wird, derart, daß das Nadelventil öffnet, um die Brennstoffeinspritzung infolge der Verminderung des Drucks in der Brennstoffzuführleitung einzuleiten, einen Regler zum Öffnen des Rückschlagventils am Ende des Brennstoffeinspritzzyklus, einen Steuerkolben, der stromaufwärts des Rückschlagventils angeordnet ist, zum Schließen des Nadelventils und eine Bohrung im Steuerkolben zur Verbindung der Akkumulatorkammer und der Brennstoffzuführ-

leitung, die nur bei geschlossenem Nadelventil verschlossen ist, aufweist.

2. Brennstoffeinspritzvorrichtung, gekennzeichnet durch  
5 folgende Merkmale:  
einen Einspritzkörper, eine Nadelventilführung, die mit  
einem Ende am Einspritzkörper befestigt ist und deren  
anderes Ende mit einem Ende eines Düsenkörpers verbun-  
den ist, dessen anderes Ende eine Einspritzöffnung auf-  
10 weist, mit in dem Düsenkörper befindlicher Akkumulator-  
kammer, ein in der Akkumulatorkammer angeordnetes und  
in der Nadelventilführung geführtes Nadelventil, ein in  
den Einspritzkörper eingepaßtes Ventiltteil, ein vom Ven-  
tilteil geführtes Rückschlagventil, eine Hochdruckbrenn-  
15 stoffleitung, die eine Verbindung zwischen der Brenn-  
stoffeinspritzpumpe und der Akkumulatorkammer durch das  
Rückschlagventil bildet, so daß das Nadelventil geöff-  
net werden kann, um Brennstoff hohen Drucks einzu-  
spritzen, sobald der Druck in der Hochdruckbrennstoff-  
20 leitung reduziert ist, einen durch das Ventiltteil ge-  
führten Regler zum Öffnen des Rückschlagventils am Ende  
der Brennstoffeinspritzung, einen im Einspritzkörper  
geführten Steuerkolben zum Schließen des Nadelventils,  
der in der Brennstoffleitung zwischen dem Rückschlagven-  
25 til und der Hochdruckbrennstoffleitung angeordnet ist  
sowie eine im Steuerkolben angeordnete Leitung, die  
eine Verbindung zwischen der Akkumulatorkammer und der  
Hochdruckbrennstoffleitung darstellt und die dazu geeig-  
net ist, nur dann geschlossen zu werden, wenn das Nadel-  
30 ventil geschlossen ist.

3. Brennstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß ein geführter gleiten-  
der Abschnitt des Steuerkolbens einen Durchmesser auf-  
35 weist, der größer ist als der geführte gleitende Ab-  
schnitt des Nadelventils zum Kontrollieren des

Schließens des Nadelventils.

4. Brennstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Nadelventil sich von  
5 der Ventilfläche aus zum vorderen Ende verjüngt und  
einen vergrößerten Durchmesser aufweist, so daß der Hub  
des Nadelventils vergrößert und dessen Öffnungsgeschwin-  
digkeit erhöht ist und auf diese Weise die Ventilöff-  
nungsdauer verkürzt ist.

10

15

20

25

30

35

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennstoffeinspritzvorrichtung vom Akkumulatortyp für einen Verbrennungsmotor.

- 5 Die Brennstoffeinspritzvorrichtung vom Akkumulatortyp, nachstehend Einspritzvorrichtung genannt, ist dazu geeignet, die Brennstoffeinspritzzeitdauer zu verkürzen. In kurzer Zeit erfolgt eine vollständige Verbrennung aufgrund des scharf beendeten Brennstoffeinspritzverlaufs, wobei der
- 10 Durchsatz des eingespritzten Brennstoffes auf ein Maximum ansteigt und dann plötzlich unterbrochen wird, so daß die Isochore erhöht wird, um den thermischen Wirkungsgrad des Motors zu verbessern. Hierdurch ist eine geringe Rußemission bedingt, die Emission von Stickstoffoxiden ist sogar dann begrenzt, wenn die Einspritzzeit verzögert wird.
- 15

- Bei herkömmlichen Brennstoffeinspritzvorrichtungen vom Akkumulatortyp ist das Nadelventil zum Öffnen und Schließen der Einspritzöffnungen so ausgebildet, daß die Wirkfläche
- 20 bezüglich des Öffnungsdrucks größer ist als die bezüglich des Schließdrucks. Ist der Ventilschließdruck geringer als der Ventilöffnungsdruck, so daß eine minimale Brennstoffeinspritzung infolge der Differenz der beiden Drücke zu verzeichnen ist, ist es nicht möglich, das Verhältnis von maximaler zu minimaler Brennstoffeinspritzung zu erhöhen und es ist im wesentlichen unmöglich, den Verbrennungsmotor bei niedriger Last und Nullast zu betreiben. Außerdem wird das selbsttätig wirkende Nadelventil, infolge eines Druckabfalls in der Akkumulatorkammer, wobei dessen Kopf reduziert
- 25 ist, da dieser aufsitzt, sobald es geschlossen ist, nur durch dessen Feder geschlossen, wobei die Arbeit "(Fläche des gleitenden Abschnitts) x (zurückgelegter Weg) x (wirkender Druck)" verrichtet wird. Infolgedessen schließt das Nadelventil aufgrund der unterschiedlichen Öffnungs- und
- 30 Schließdrücke langsam, wodurch sich nicht nur die Regelung der Brennstoffeinspritzung schwierig gestaltet, son-
- 35

dern auch die Einspritzdauer vergrößert ist, was unvereinbar mit den zuvor beschriebenen Eigenschaften einer Brennstoffeinspritzvorrichtung vom Akkumulatortyp ist.

- 5 Die auf die Anmelderin zurückgehende DE-OS 34 01 658 (offen-  
gelegt am 26.7.1984) offenbart eine Brennstoffeinspritz-  
vorrichtung mit Akkumulatorkammer, bei der ein Rückschlag-  
ventil zwischen der Akkumulatorkammer und der Brennstofflei-  
10 tung angeordnet ist, sowie ein Einspritzendsteuerventil,  
das in einem Brennstoffdurchgang angeordnet ist, der sich  
zwischen einer Brennstoffleitung, die mit der Atmosphären-  
druckseite des Nadelventils verbunden ist und der Akkumu-  
latorkammer erstreckt, so daß ein Druck auf das Nadelventil  
15 wirkt, wodurch dessen schnelles Schließen ermöglicht wird  
und die Einspritzdauer im Gegensatz zu den herkömmlichen  
Brennstoffeinspritzvorrichtungen des Akkumulatortyps ver-  
kürzt wird.

- Die Anmelderin hat ferner eine Brennstoffeinspritzvorrich-  
20 tung des Akkumulatortyps mit einem Nadelventil-Steuerkolben  
vorgeschlagen, der eine größere Fläche als die des gleiten-  
den Abschnitts des Nadelventils aufweist. Der Nadelven-  
til-Steuerkolben ist auf der Atmosphärendruckseite des  
Nadelventils angeordnet, zwischen dem Einspritzendsteuerven-  
25 til und der Hochdruckbrennstoffleitung ist eine Drossel  
angeordnet, so daß das Nadelventil langsamer öffnet, jedoch  
in Abhängigkeit von dem hohen Druck des Brennstoffs in der  
Akkumulatorkammer schneller schließt, wobei es auf den  
Steuerkolben einwirkt und die Brennstoffeinspritzdauer wei-  
30 ter verkürzt.

- Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Brenn-  
stoffeinspritzdauer einer Brennstoffeinspritzvorrichtung  
des Akkumulatortyps nicht nur durch eine erhöhte Öffnungsge-  
35 schwindigkeit, sondern gleichfalls durch eine erhöhte  
Schließgeschwindigkeit des Nadelventils zu verkürzen, so



daß der thermische Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors, für den die Einspritzvorrichtung geeignet ist, verbessert wird.

Die vorliegende Erfindung verbessert die Leistung einer  
 5 Brennstoffeinspritzvorrichtung vom Akkumulatortyp, wie er in der genannten Patentanmeldung beschrieben wurde. Um eine Fläche, die zum Öffnen des Nadelventils nötig ist, zu erhalten, sieht ein Merkmal der Erfindung vor, daß das Ventil an seiner vorderen Stirnseite einen äußeren Durchmesser auf-  
 10 weist, der größer ist als der bei solchen Ventilen nach dem Stand der Technik, daß dessen Kopf reduziert ist, ferner daß das Verhältnis der Fläche der Ventilstirnseite zu der ihres gleitenden Abschnitts größer ist als das beim Stand der Technik, und demnach die Öffnungsgeschwindigkeit erhöht  
 15 und damit die Öffnungsdauer verkürzt wird.

Nach einem Hauptmerkmal der Erfindung wird eine Brennstoffeinspritzvorrichtung geschaffen, mit einem Einspritzkörper, einer Nadelventilführung, die mit einem Ende am Ein-  
 20 spritzkörper befestigt ist, einem Düsenkörper, der mit einem Ende an dem anderen Ende der Nadelventilführung befestigt ist und dessen anderes Ende eine Einspritzöffnung aufweist, mit in dem Düsenkörper befindlicher Akkumulator-  
 25 kammer, einem in der Akkumulatorkammer angeordneten und in der Nadelführung geführten Nadelventil, einem dem Einspritzkörper angepaßten Ventiltteil, einem vom Ventiltteil geführten Rückschlagventil, einer im Einspritzkörper angeordneten Hochdruckbrennstoffleitung, die eine Verbindung zwischen der Brennstoffeinspritzpumpe und der Akkumulatorkammer  
 30 durch das Rückschlagventil bildet, so daß das Nadelventil geöffnet werden kann, sobald der Druck in der Hochdruckbrennstoffleitung verringert ist, um Brennstoff unter Hochdruck nach außen durch die Einspritzöffnung einzuspritzen, mit einem durch das Ventiltteil geführten Regler zum Öffnen  
 35 des Rückschlagventils am Ende der Brennstoffeinspritzung, einem im Einspritzkörper geführten Steuerkolben zum

Schließen des Nadelventils, der in der Brennstoffleitung zwischen dem Rückschlagventil und der Hochdruckbrennstoffleitung angeordnet ist, sowie eine im Steuerkolben angeordnete Leitung, die eine Verbindung zwischen der Akkumulator-  
5 kammer und der Hochdruckbrennstoffleitung darstellt und dazu geeignet ist, nur dann geschlossen zu werden, wenn das Nadelventil geschlossen ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden unter  
10 Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

Es zeigt:

- 15 Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzvorrichtung;
- Fig. 2 einen vergrößerten Längsschnitt, der die Einspritzöffnungen der Brennstoffeinspritzvorrichtung gemäß Fig. 1 zeigt;
- 20 Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen Teil der Brennstoffeinspritzvorrichtung nach Fig. 1 während der Brennstoffeinspritzung;
- 25 Fig. 4 einen Längsschnitt durch einen Teil der Brennstoffeinspritzvorrichtung nach Fig. 1 während der Druckakkumulation;
- 30 Fig. 5 einen Längsschnitt eines Teiles der Brennstoffeinspritzvorrichtung nach Fig. 1 während des Schließens des Ventils; und
- 35 Fig. 6 mehrere Diagramme, die den Zusammenhang zwischen einer Veränderung des Drucks in der Hochdruckbrennstoffleitung, des Drucks in der Akkumulationskammer, der Geschwindigkeit des Kopfes und der

Brennstoffeinspritzung des Nadelventils, des Kopfes des Reglers, des Kopfes des Rückschlagventils und des Kopfes des Steuerkolbens darstellen.

- 5 Die in den Zeichnungen dargestellte Brennstoffeinrichtung beinhaltet einen Einspritzkörper 1, eine Nadelventilführung 2 und einen Düsenkörper 3, die mittels einer Gewindehülse 4 mit dem Einspritzkörper 1 verbunden sind.
- 10 Mit dem oberen Abschnitt des Einspritzkörpers 1 ist ein Ventiltteil 5 verbunden, es weist eine Mittelbohrung 1a auf, in der der Abschnitt 7 eines Reglers 6 gleitend geführt ist. Der Regler 6 wird mittels einer Feder 8 nach unten gedrückt, die Bewegung nach oben ist durch einen Anschlag 9
- 15 begrenzt. Ein Rückschlagventil 11 ist in das Ventiltteil 5 eingepaßt, es wird mittels einer Feder nach oben gedrückt, so daß es normalerweise, wie noch beschrieben wird, die Verbindung zwischen einer Akkumulatorkammer 27 und einer Hochdruckbrennstoffleitung 19 unterbricht. Das Rückschlagventil
- 20 11 weist eine Ventilführung 12 auf, die in der Mittelbohrung 1a des Ventiltteils 5 gleitend geführt ist, und das in Anlage mit dem unteren Ende des gleitenden Abschnittes 7 des Reglers 6 gelangt. Die Ventilführung 12 besitzt eine Bohrung 14, die eine Verbindung zwischen einer Kammer 13,
- 25 die durch die Ventilführung 12 und den gleitenden Abschnitt 7 gebildet ist, und einer Kammer 22 ermöglicht. In eine im unteren Abschnitt des Einspritzkörpers 1 gebildete Gleitbohrung 1b ist ein Steuerkolben 16 eingepaßt, der mittels einer schwachen Feder 15 nach oben gedrückt wird, die
- 30 sich am oberen Innenbereich der Nadelventilführung 2 abstützt, wobei der Steuerkolben eine Bohrung 17 sowie eine Drossel 18 aufweist. Ein gleitender Abschnitt des Steuerkolbens 16 weist einen Durchmesser  $d_3$  auf, der größer ist als der Durchmesser  $d_1$  des gleitenden Abschnittes 29 des nach-
- 35 stehend beschriebenen Nadelventils 28, er steuert das Schließen des Nadelventils 28. Der Einspritzkörper 1 weist

- eine Hochdruckbrennstoffleitung 19 auf, die eine Verbindung zwischen einer nicht dargestellten Einspritzpumpe und einer Einspritzpumpenseitenkammer 20 darstellt, die im Bereich des oberen Endes des gleitenden Abschnittes 29 des Nadelventils 28 oberhalb der Nadelventilführung 2 gebildet ist.
- 5 Eine Brennstoffleitung 23 verbindet eine Kammer 21, die sich oberhalb des Steuerkolbens 16 befindet und die mittels der Leitung 17 mit der Kammer 20 verbunden ist, mit der Einspritzpumpenseitenkammer 22 des Rückschlagventils 11. Eine
- 10 Brennstoffleitung 25 im Einspritzkörper 1 und eine Leitung 26 in der Nadelventilführung 2 stellen eine Verbindung zwischen einer Seitenkammer 24 des Rückschlagventils 11 und der Akkumulatorkammer 27 dar.
- 15 Der Düsenkörper 3 bildet zusammen mit der Unterseite der Nadelventilführung 2 die Akkumulatorkammer 27 und das Nadelventil 28, sowie der gleitende Abschnitt 29, der gleitend in die Mittelbohrung der Nadelventilführung 2 eingepaßt ist, werden mittels einer Feder 30 nach unten in die
- 20 Schließposition gedrückt, wobei sich die Feder 30 an der Nadelventilführung 2 abstützt.

Fig. 2 zeigt in einem vergrößerten Maßstab das vordere Ende des Nadelventils 28 in geöffneter Stellung. Eine Ventil-

25 fläche 31 des Nadelventils 28 verjüngt sich von einem Durchmesser  $d_2$  auf einen Durchmesser  $d_4$  des vorderen Endes und liegt bei geschlossenem Ventil auf dem Ventilsitz 32 des Düsenkörpers 3 auf, um die Brennstoffeinspritzöffnungen 33 zu verschließen. Sobald das Nadelventil 28 abhebt, um die

30 Einspritzöffnungen, wie in der Fig. 3 dargestellt, zu öffnen, berührt dessen oberes Ende die untere Fläche des Steuerkolbens 16, wodurch, wie in Fig. 3 verdeutlicht, die Bohrung 17 geschlossen wird.

- 35 Das Rückschlagventil ist derart ausgebildet, daß es, wie in der Fig. 3 verdeutlicht ist, unter Wirkung des Druckes in

der Akkumulatorkammer 27 und der Kraft der Feder 10 den Brennstoffdurchgang unterbricht, der ansonsten von der Akkumulatorkammer 27 zur Leitung 23 möglich wäre.

5 Fig. 1 zeigt das Rückschlagventil 11, das in geöffneter Stellung durch den Regler 6 gehalten wird, der mittels einer Feder 8 nach unten auf das obere Ende des Rückschlagventils 11 gedrückt wird. Die Feder 8 wirkt dabei zwischen dem oberen Abschnitt des Reglers 6 und einer Einstell-  
10 schraube 34, die in den Einspritzkörper 1 geschraubt ist. Erreicht der Druck in der Akkumulatorkammer 27 den Schließdruck des Nadelventils 28, ist die Kraft der Feder 8 größer als die Summe der aus "(Druck in der Akkumulatorkammer 27) x (Fläche des Rückschlagventils 11) + (Kraft der Feder 10)" gebildeten Kräfte, so daß das Rückschlagventil 11 sich  
15 öffnet und eine Verbindung zwischen der Akkumulatorkammer 27 und der Hochdruckbrennstoffleitung 19 ermöglicht.

Die Einstellschraube 34 ist mittels einer Gewindehülse 35  
20 gesichert, in der eine Schraube 36 angeordnet ist, die den Anschlag 9 zum Begrenzen der Bewegung des Reglers 6 trägt. Die Schraube 36 ist mittels einer weiteren Gewindehülse 37 gesichert, diese weist eine Bohrung 38 auf, so daß hinter dem gleitenden Abschnitt 7 des Reglers befindlicher Leck-  
25 brennstoff zu einem nicht dargestellten Brennstoffvorratsbehälter durch die Bohrung 38 zurückgeführt werden kann.

Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzvorrichtung kann eine Brennstoffeinspritzpumpe mit  
30 einem in einer Laufbüchse gleitbar angeordneten Plunger mit einer Überlauföffnung, einem Saugrückschlagventil oder einem Restdruckschließventil (residual pressure completing valve) in der Hochdruckbrennstoffleitung Verwendung finden.

35 Fig. 1 zeigt die Einspritzvorrichtung zum Zeitpunkt  $t_1$  (Figur 6) vor der Zuführung von Brennstoff durch die Ein-

spritzpumpe.

Zum Zeitpunkt  $t_2$  strömt von der Einspritzpumpe zur Hochdruckbrennstoffleitung 19 geförderter Brennstoff über die  
5 Kammer 20, die Bohrung 17 und die Leitung 23 zur Kammer 22. Von dort strömt der Brennstoff durch das mittels des Reglers 6 jetzt geöffnete Rückschlagventil 11 durch die Leitungen 25 und 26 in die Akkumulatorkammer 27.

10 Da der Brennstoff ein verdichtbares Medium darstellt, erhöht sich der Druck in der Akkumulatorkammer 27 proportional mit der Brennstoffzufuhr der Einspritzpumpe, wie durch die Linie B in Figur 6 dargestellt, der Druck in der Hochdruckbrennstoffleitung 19 steigt gleichfalls an, wie durch  
15 die Linie A verdeutlicht.

Zum Zeitpunkt  $t_3$  wird der Regler 6 gegen die Kraft der Feder 8 infolge des auf den gleitenden Abschnitt 7 aufbrachten Druckes angehoben. Zum Zeitpunkt  $t_4$  erreicht der  
20 Druck in der Akkumulatorkammer 27 eine Höhe, bei der die Brennstoffzufuhr beendet ist, der Regler 6 hebt, wie aus der Kurve E in Figur 6 ersichtlich ist, ab, so daß das Rückschlagventil 11 unter der Kraft der Feder 10, wie aus der Linie F ersichtlich ist, schließt, wobei es dem Regler 6  
25 folgt. Der Brennstoffstrom öffnet jedoch das Rückschlagventil gegen die Kraft der Feder 10, wie es in Figur 4 dargestellt ist, der Druck wird weiter erhöht, wie es die Linie B in Figur 6 veranschaulicht, während der Strom über die genannte Leitung von der Einspritzpumpe in die Akkumulator-  
30 kammer 27 gelangt. Zu diesem Zeitpunkt berührt der Kopf des Reglers 6 das Anschlagteil 9.

In diesem Zustand kann die Kraft  $F_1$ , die das Nadelventil 28 nach unten bewegen will, nach folgender Gleichung angegeben  
35 werden:

$$F_1 = (\text{Kraft der Feder 30}) + \pi/4 d_1^2 \times$$

(Druck in der Kammer 20),

5 die Kraft  $F_2$ , die das Nadelventil anheben will, ergibt sich nach folgender Gleichung:

$$F_2 = (\pi/4 (d_1^2 - d_2^2) \times (\text{Druck in der}$$

10 Akkumulatorkammer 27).

Da die Kraft der Feder 10 gering ist, die Drücke in der Kammer 20 oberhalb des Nadelventils 28 und in der Akkumulatorkammer 27 im wesentlichen gleich sind, ergibt sich aus den  
15 beiden oberen Gleichungen, daß die nach unten gerichtete Kraft  $F_1$  größer ist als die nach oben gerichtete Kraft  $F_2$ . Infolgedessen steigt die Kraft, die den Ventilsitz 31 in Richtung des Sitzes drückt, beim weiteren Ansteigen des Druckes in der Akkumulatorkammer 27 an, so daß kein Brenn-  
20 stoff von der Akkumulatorkammer 27 zu den Einspritzöffnungen 33 hindurchtritt.

Die Förderung des Brennstoffes ist zum Zeitpunkt  $t_5$  beendet, wenn die Überlauföffnungen sich öffnen, so daß der  
25 Brennstoff zurück zur Einspritzpumpe fließt. Aufgrund des hieraus resultierenden Druckabfalls wird das Rückschlagventil 11 durch die Feder 10 geschlossen. Der Druck der Hochdruckbrennstoffleitung 19 fällt schlagartig, die Rückströmung und der Brennstoff von der Akkumulatorkammer 27  
30 zur Hochdruckbrennstoffleitung 19 ist aber durch das geschlossene Rückschlagventil 11 blockiert. Aufgrund der vorstehend beschriebenen Wirkungsweise sinkt vom Rückschlagventil ab der vorherrschende Druck in der Seitenkammer 22, der Bohrung 14, der Kammer 13, der Leitung 23, der Kammer 21,  
35 der Bohrung 17 und der Kammer 20 gleichfalls schlagartig, wie durch die Linie A in Figur 6 verdeutlicht, so daß die

Kraft in der Feder 30 durch die Kraft  $F_3$ , die das Nadelventil anheben will, überwunden wird, wobei diese Kraft  $F_3$  durch folgende Gleichung angegeben wird:

5 
$$F_3 = \pi/4 (d_1^2 - d_2^2) \times (\text{Druck in der}$$
  
Akkumulatorkammer 27).

10 Infolgedessen öffnet sich das Nadelventil 28 und zur gleichen Zeit wirkt der Druck in der Akkumulatorkammer 2 auf die Ventilfläche 31. In diesem Augenblick verändert sich die Wirkfläche des Nadelventils von  $\pi/4 (d_1^2 - d_2^2)$  auf  $\pi/4 d_1^2$ , so daß die Kraft  $F_4$ , die das Nadelventil 28 abheben will, schlagartig auf den Wert nach folgender Gleichung erhöht wird:

15 
$$F_4 = \pi/4 d_1^2 \times (\text{Druck in der Akkumulator-}$$
  
kammer 27).

20 Das Nadelventil 28 wird durch die Kraft  $F_4$  beschleunigt und öffnet schlagartig gegen die Kraft der Feder 30.

Um die Kraft  $F_4$  zu erhöhen, die benötigt wird, um die Öffnung des Nadelventils 28 zu beschleunigen, und zwar auch  
25 dann, wenn der Druck in der Akkumulatorkammer 27 gering ist (d.h. die Einspritzgeschwindigkeit niedrig ist), sollte der äußere Durchmesser  $d_2$  die Ventilfläche 31 halb so groß oder größer als der Durchmesser  $d_1$  des gleitenden Abschnitts 29, wie nachfolgend beschrieben, sein. Wenn zusätzlich zum  
30 äußeren Durchmesser  $d_2$  außerdem der äußere Durchmesser  $d_4$  des vorderen Endes vergrößert wird (bezüglich des Ventilsitzes 32), ist der zum Öffnen des Nadelventils 28 notwendige Hub für das Fließen des Brennstoffs durch dieses Ventil reduziert. Hieraus resultiert, daß die Zeit, die erforderlich ist, um den vollständigen Hub des Nadelventils aus-  
35 zuführen (z.B. die Zeitspanne von dem Zeitpunkt  $t_5$  zum Zeit-



punkt  $t_6$ ) reduziert werden kann, wodurch die Ventilöffnungscharakteristik wesentlich verbessert wird.

Im Gegensatz dazu schließt bei einer herkömmlichen Brennstoffeinspritzvorrichtung des Akkumulatortyps das Nadelventil ausschließlich aufgrund der Wirkung einer Feder selbsttätig und der Druck zum Öffnen des Ventils ergibt sich dabei aus:

$$(Kraft\ der\ Feder) : \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2),$$

wobei der Druck zum Schließen des Ventils ausgedrückt wird durch:

$$(Kraft\ der\ Feder) : \frac{\pi}{4} d_1^2.$$

Diese Druckdifferenz legt den minimalen Durchsatz der Benzineinspritzung fest, so daß der Durchmesser  $d_2$  so klein wie möglich sein muß, verglichen mit dem vorgenannten Durchmesser  $d_1$ . Aus diesem Grund öffnet das Nadelventil einer herkömmlichen Benzineinspritzvorrichtung langsam und der erforderliche Hub ist so groß, daß sich eine mangelhafte Öffnungscharakteristik des Nadelventils ergibt.

Zum Zeitpunkt  $t_6$  (Fig. 6) stößt, wie aus der Fig. 3 ersichtlich ist, das obere Ende des Nadelventils 28 an die untere Stirnfläche des Steuerkolbens 16, so daß dessen Hub begrenzt ist und die Verbindung zwischen der Bohrung 17 und der Kammer 20 geschlossen ist. Wie der Linie B in Figur 6 zu entnehmen ist, steht zur gleichen Zeit in der Akkumulatorkammer 27 ein solcher Druck an, daß der Einspritzdurchsatz maximal ist, wie durch die Linie D veranschaulicht.

Die Benzineinspritzung schreitet fort, der Druck in der Akkumulatorkammer 27 fällt, wie durch die Linie B in Figur 6 (gezeigt im Zustand nach Fig. 3), und der Einspritz-

durchsatz fällt ebenso wie durch die Linie D verdeutlicht. Zu diesem Zeitpunkt ist kein Leckstrom, wie zuvor beschrieben, zu verzeichnen, da die Akkumulatorkammer 27 mittels des Rückschlagventils 11 geschlossen ist und der Druck in der Kammer 22, 13, 21 und 20 im wesentlichen dem Atmosphärendruck entspricht, so daß die auf den Steuerkolben 16 einwirkenden Drücke gleich sind. Es ist ferner vom äußeren Umfang des gleitenden Abschnitts 7 des Reglers 6 über die Kammer 13 zur Bohrung 38 kein Leckstrom zu verzeichnen, da der Druck in der Kammer 13 niedrig ist. Zu diesem Zeitpunkt verhindern nur das Rückschlagventil und der gleitende Abschnitt 29 des Nadelventils 28 einen Leckstrom infolge der großen Druckdifferenz, diese Teile können geeignete Dichtmittel, wie sie bei dem Stand der Technik verwendet werden, aufweisen. Folglich ist ein konstanter Einspritzdurchsatz zu verzeichnen, es treten keine Schwankungen aufgrund eines Leckstromes während der Brennstoffeinspritzung auf. Die Brennstoffeinspritzung setzt sich bis zum Zeitpunkt  $t_7$  (Figur 6) fort, zu dem die zusammengesetzte Kraft aus ((Fläche des Rückschlagventils 11)  $\times$  (Druck  $P_2$  in der Akkumulatorkammer 27)) + (Kraft der Feder 10) geringer wird als die Kraft der Feder 8, so daß der Regler 6 nach unten gedrückt wird und das Rückschlagventil 11 öffnet. Folglich fließt der unter Hochdruck stehende Brennstoff von der Akkumulatorkammer 27 über die Leitungen 26 und 25 und die Kammer 24 durch das Rückschlagventil 11 und weiter durch die Kammer 22 und die Leitung 23 in die Kammer 21. Das untere Ende der Bohrung 17 des Steuerkolbens 16 ist dann von der oberen Fläche des Nadelventils 28 abgedeckt, wie in Figur 3 gezeigt, so daß der Druck in der Kammer 21 mit dem Druck in der Akkumulatorkammer 27 übereinstimmt. Da der Druck in der Kammer 20, wie beschrieben, in etwa bis auf Atmosphärendruck abgefallen ist, ergibt sich die Kraft  $F_5$  auf den Steuerkolben 16, die das Nadelventil 28 nach unten bewegen will, durch folgende Gleichung:

$$F_5 = \frac{\pi}{4} d_3^2 \times (\text{Druck in der Akkumulator-}$$

kammer 27) + (Kraft in der Feder 30) - (Kraft in der Feder 15).

5

Die Kraft  $F_6$ , die das Nadelventil nach oben bewegen will, ergibt sich durch folgende Gleichung:

$$F_6 = \frac{\pi}{4} d_1^2 \times (\text{Druck in der Akkumulator-}$$

10

kammer 27).

Da die Kraft in der Feder 15, wie zuvor beschrieben, vernachlässigbar ist, und da  $d_3 > d_1$  ist, folgt, daß die nach unten gerichtete Kraft  $F_5$  größer ist als die nach oben gerichtete Kraft  $F_6$ , so daß die aufgebrachte Kraft  $F_7 = F_5 - F_6$  das Nadelventil 28 beschleunigt.

Zu diesem Zeitpunkt kann die verbrauchte Energie wie folgt ausgedrückt werden:

$$\frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2) \times (\text{Druck in der Akkumulator-}$$

kammer 27)  $\times$  (Weg des Nadelventils 28).

25

Infolge des Energieverlustes sinkt der Druck in der Akkumulatorkammer 27 auf ein Niveau  $P_3$ , wie durch die Linie B zum Zeitpunkt  $t_8$  veranschaulicht.

Bei der Brennstoffeinspritzvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung wirkt das Nadelventil 28 nicht selbsttätig und es kann dessen Schließgeschwindigkeit durch eine geeignete Einstellung der Kraft und des Hubes des Nadelventils, wie zuvor beschrieben, erhöht werden, womit die Schließdauer, d.h. die Zeitdauer von  $t_7$  bis  $t_8$  verringert wird und das sog. "scharfe Ende" ergibt. Ferner drückt während der

35

Zeitdauer  $t_8$  bis  $t_9$  der Steuerkolben 16 weiterhin auf dessen Nadelventil 28, wie durch die Linie 9 und in der Fig. 5 verdeutlicht und es fließt der in der Akkumulatorkammer 27 befindliche Brennstoff durch den einzigen Durchgang, d.h. die Drossel 18, und tritt in die Kammer 20 bei niedrigem Druck ein, so daß der Druck in der Akkumulatorkammer 27 und in der Kammer 21 allmählich fällt, bis er zum Zeitpunkt  $t_9$  das Niveau  $P_4$  in der Linie B erreicht hat, wobei dieser Druck sich angeben läßt durch:

$$P_4 = (\text{Druck in der Kammer 21}) \\ \times \frac{\pi}{4} d^2 \cdot \frac{1}{3} \leftarrow (\text{Kraft der Feder 15}).$$

- 15 Folglich wird der Steuerkolben 16 durch die Feder 15 nach oben bewegt, bis er zum Zeitpunkt  $t_{10}$  die in der Figur 1 dargestellte Stellung erreicht.
- 20 Die Bohrung 17, die zu diesem Zeitpunkt durch das obere Ende des Nadelventils 28 verschlossen ist, wird dann geöffnet, so daß Brennstoff mit dem Druck  $P_4$  von der Akkumulatorkammer 27 über die Bohrung 17, die Kammer 20 und die Hochdruckbrennstoffleitung 19 zur nicht dargestellten Einspritzpumpe zurückgefördert wird. Zum Zeitpunkt  $t_{11}$  ist der Takt beendet und es wird die Einspritzvorrichtung zum Ausgangspunkt( $t_1$ ) gemäß der Darstellung in Figur 1 zurückgeführt.
- 30 Die Regelung der Brennstoffeinspritzung erfolgt wie beim Stand der Technik. Um die Benzineinspritzung zu reduzieren, wird beispielsweise der maximale Druck in der Akkumulatorkammer 27 erniedrigt, wie durch die Linie B' dargestellt, indem die Brennstoffzufuhr von der Einspritzpumpe zu dieser gedrosselt wird, wie gemäß der einfach punktierten Linie in
- 35 Figur 6 verdeutlicht. Sobald der Schließdruck erreicht ist, schließt das Nadelventil 28 wie beschrieben schlagartig, so daß der Einspritzdurchsatz sich ändert, wie durch die ein-

fach punktierte Linie D' angedeutet, wodurch sich deren Integral reduziert, d.h. die Brennstoffeinspritzung. Wird die Drossel 18 des Steuerkolbens 16 und die Feder 15 weglassen, nehmen der Steuerkolben 16 und das Nadelventil 28 die in der Fig. 5 dargestellten Positionen während der Zeitdauer  $t_8$  bis  $t_2$ , nach Figur 6 ein. Überschreitet der Druck in der Hochdruckbrennstoffleitung  $P_3$  zum Zeitpunkt  $t_2$ , wird der Steuerkolben 16 in die in Figur 1 dargestellte Position angehoben, so daß Brennstoff weiterhin strömt. Es erfolgt infolgedessen weder irgendeine Änderung im folgenden Betrieb noch ist eine Einschränkung zu verzeichnen, ob die Drossel 18 angeordnet ist oder nicht.

Es wurde bereits Bezug genommen auf den Regler 6, der sowohl als Sensor bezüglich des Druckes in der Akkumulatorkammer 27 als auch als Betätigungsorgan zum Öffnen des Rückschlagventils, wie in der Figur 1 dargestellt, dient. Wird in einem anderen Fall die Brennstoffzufuhrmenge von der Einspritzpumpe so bemessen, daß der Druck in der Akkumulatorkammer zum Zeitpunkt  $t_5$  konstant bleibt, wie in Figur 6 dargestellt, kann die Brennstoffeinspritzung gemäß Linie D durch die Verwendung einer Zeitsteuerung (wie beispielsweise eine Uhr) geregelt werden, wobei das Schließen des Nadelventils 28 zum Zeitpunkt  $t_7$ , durch die Betätigung des Reglers 6 bei Verwendung eines hydraulischen oder elektrischen Betätigungsorganes zum Öffnen des Rückschlagventils 11 und durch das zwangsweise Schließen des Nadelventils 28 durch den Steuerkolben 16 eingeleitet wird.

Wie bereits beschrieben wurde, kann der Öffnungsdruck des Nadelventils 28 durch die Wahl des Durchmessers  $d_1$  des gleitenden Abschnittes 29, des äußeren Durchmessers  $d_2$  der Ventilfläche 31 und die durch die Feder 30 ausgeübte Kraft, hingegen der Schließdruck durch die Fläche des Rückschlagventils und die Kraft der Feder 8 festgelegt werden. Dies ermöglicht es sicherzustellen, daß die Differenz zwischen

den Öffnungs- und Schließdrücken des Nadelventils 28 gering ist und hierdurch die minimale Brennstoffeinspritzung reduziert wird. Ferner ermöglicht die Verwendung eines Nadelventils 28 mit verringertem Unterschied zwischen dem äußeren Durchmesser  $d_1$  des gleitenden Abschnittes 29 und des äußeren Durchmessers  $d_2$  der Ventilfläche 31 eine zuverlässige und umgehende Öffnung einer Brennstoffeinspritzvorrichtung des Akkumulatortyps ohne jegliche unregelmäßige Einspritzung. Der Regler 6 öffnet zwangsweise das Rückschlagventil 11, wodurch der Druck in der Akkumulatorkammer 27 zum Steuerkolben 16 gelangt, der einen Durchmesser  $d_3$  aufweist, der größer ist als der Durchmesser  $d_1$  des gleitenden Abschnittes 29 des Nadelventils 28, wodurch dieses niedergedrückt und geschlossen wird. Infolgedessen kann der Durchsatz, bei dem das Nadelventil 38 geschlossen wird, gesteigert werden, wodurch die minimale Einspritzung des Brennstoffs reduziert wird. Auch kann die Dauer der Brennstoffeinspritzung verkürzt werden, um den Einspritzdurchsatz künstlich zu erhöhen, so daß die Verbrennung des Brennstoffs im Motor und folglich der thermische Wirkungsgrad des Motors durch ein Ansteigen der Wärmefreisetzung und eine Steigerung der Isochoren erhöht wird. Sogar für den Fall, daß der Einspritzzeitpunkt verzögert wird, kann sichergestellt werden, daß die Verbrennung nur eine geringe Umweltverschmutzung unter Emission von schwarzem Rauch und Stickstoffoxiden produziert.

30

35

20  
- Leerseite -

3516870

25  
FIG. 1

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

35 16 870  
F 02 M 47/02  
10. Mai 1985  
10. April 1986

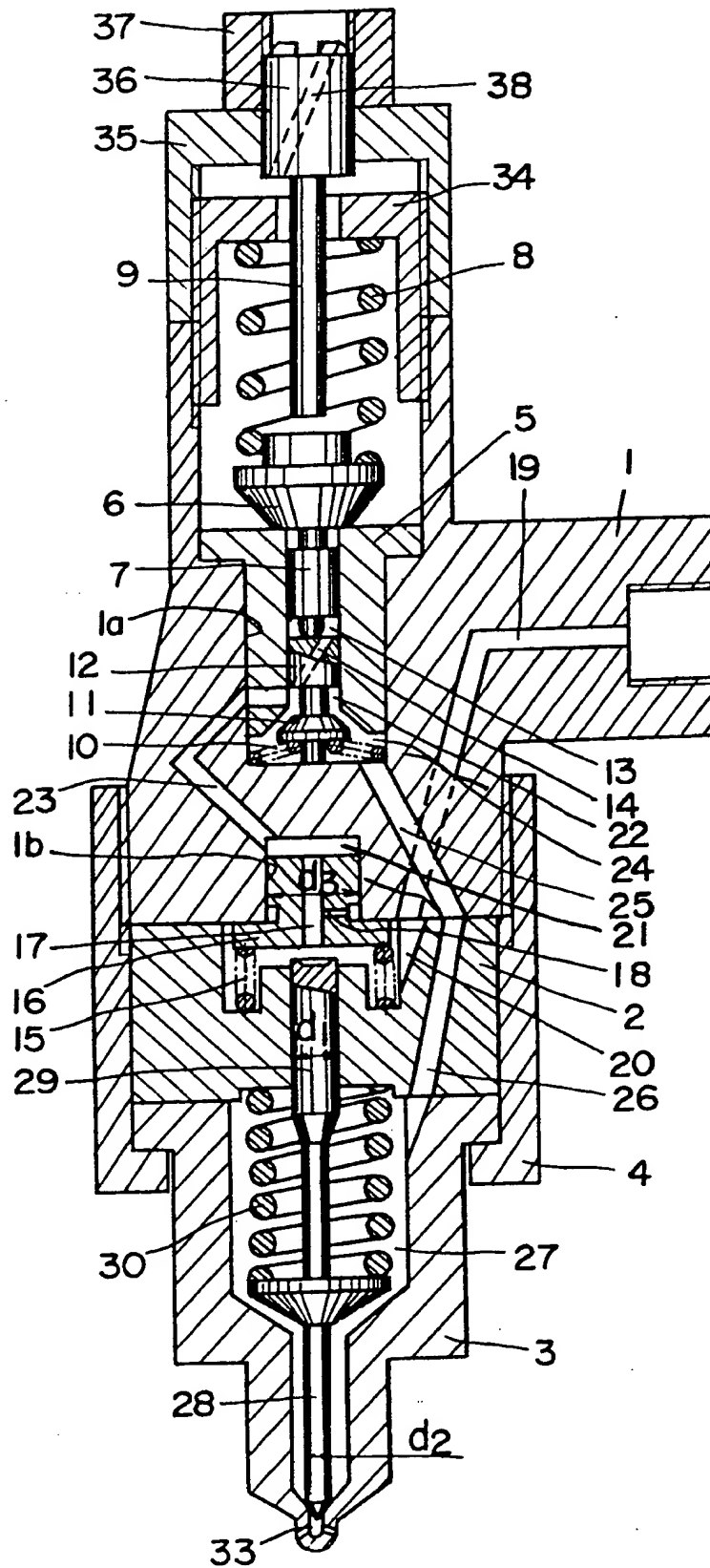




FIG. 2

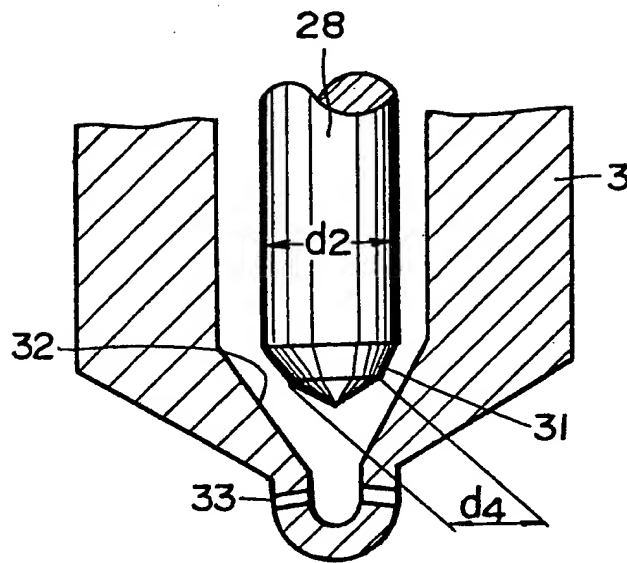


FIG. 4

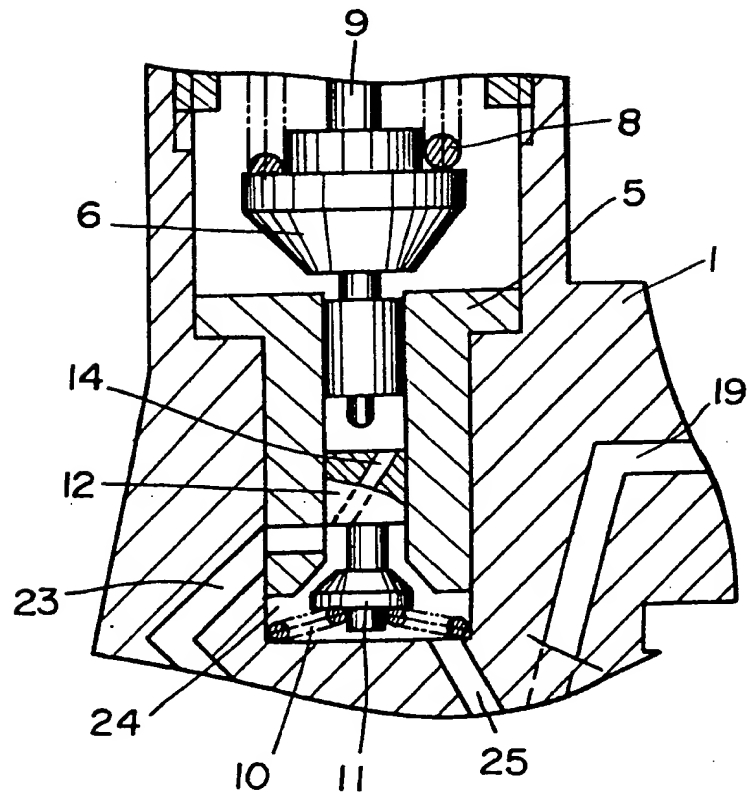


FIG. 3

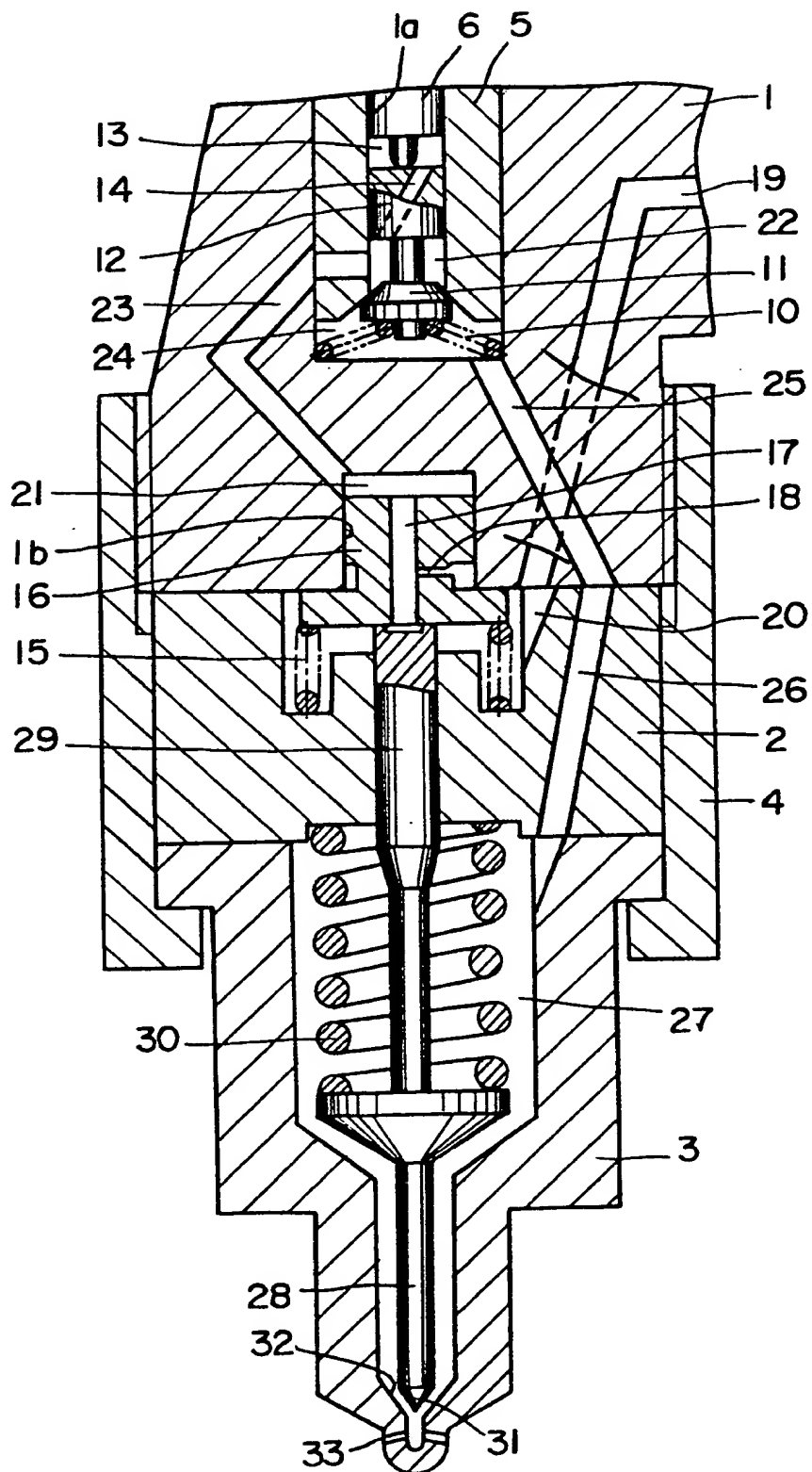


FIG. 5

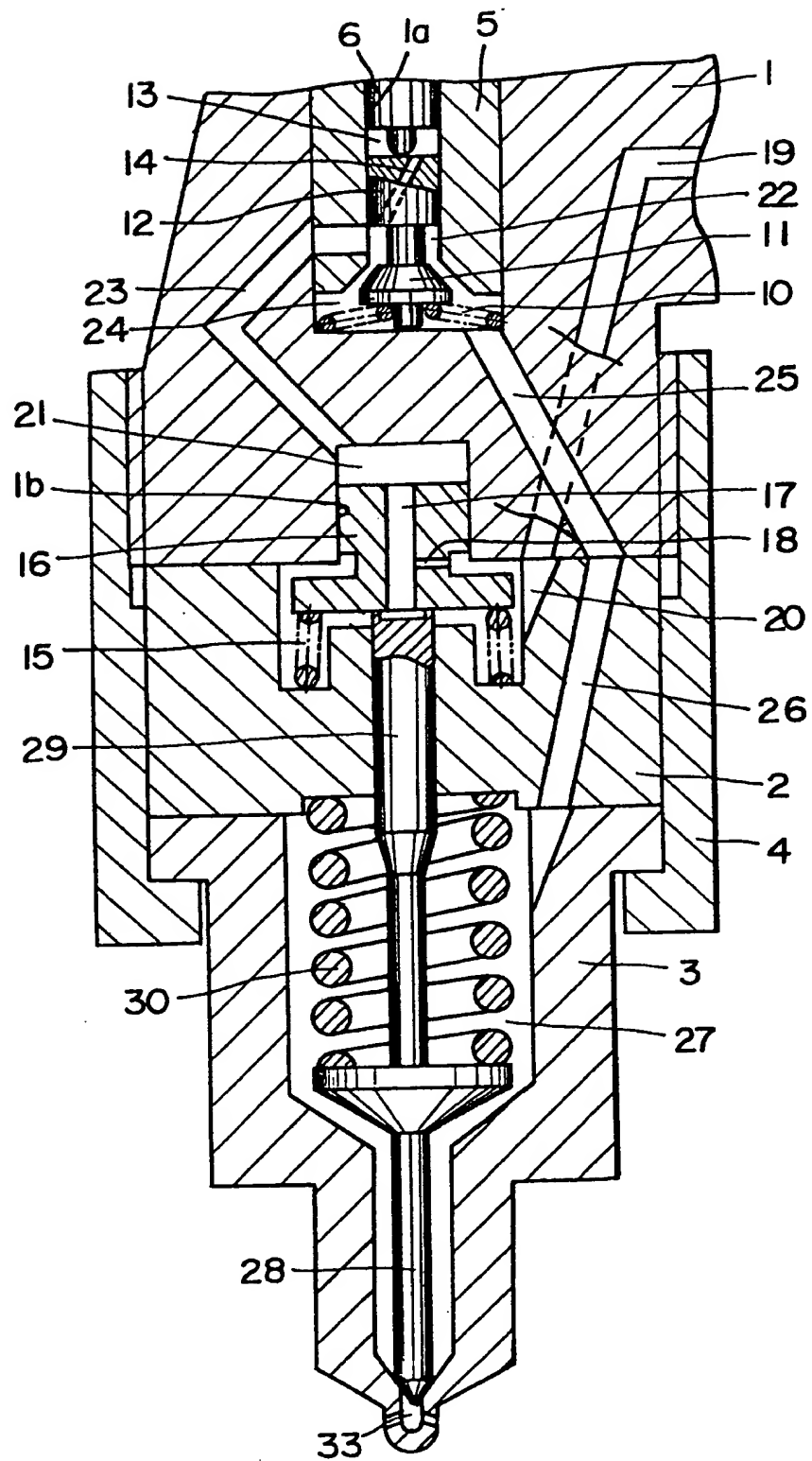


FIG. 6

